



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA

**MANEJO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E  
SUA INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO MILHO HÍBRIDO  
AG 1051**

**EVERTON CARLOS DA COSTA DUARTE**

**AREIA – PB  
DEZEMBRO 2015**

**EVERTON CARLOS DA COSTA DUARTE**

**MANEJO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E  
SUA INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO MILHO HÍBRIDO  
AG 1051**

Trabalho de graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia  
do Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior

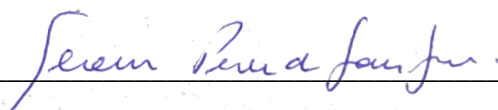
AREIA – PB  
DEZEMBRO 2015

**EVERTON CARLOS DA COSTA DUARTE**

**MANEJO DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E  
SUA INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO MILHO HÍBRIDO  
AG 1051**

Aprovado em: 01/12/2015

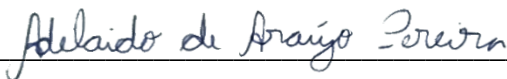
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior  
DFCA/CCA/UFPB  
**Orientador**



Engº Agrônomo Renato Pereira Lima  
CCA/UFPB  
**Examinador**



Engº Agrônomo Adelaido de Araújo Pereira  
CCA/UFPB  
**Examinador**

AREIA – PB

DEZEMBRO 2015

### ***Dedicatória***

*Dedico esse trabalho a todos os que fizeram parte dessa caminhada, família, amigos e professores, em especial minha mãe, pois sempre me incentivou a permanecer na vida acadêmica.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado forças, saúde e sabedoria para que esse objetivo tenha sido alcançado;

A minha família, em especial minha mãe, Veridiana da Costa e meu pai, Carlos Antônio, pelo apoio, incentivo e ensinamentos, aos meus tios, irmãos, avós, primos e colegas de infância;

A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade, aos professores que me proporcionaram todo o conhecimento adquirido durante os anos de graduação e aos funcionários que participaram de forma direta ou indiretamente para essa conquista;

A meu orientador e amigo, professor Dr. Severino Pereira (primo), pelos momentos de ensinamentos e descontração durante a execução do trabalho;

Aos colegas da turma de Agronomia (2010.2) que conquistei em Areia, por todos os momentos que passamos durante todo esse tempo;

Aos colegas de alojamento, Uiarí (Brother), Luíz (Mano Walter) e Lucas (Ipueira), pela convivência do dia a dia, pelas conversas e brincadeiras, e a Bruno pela força na condução do experimento;

E por fim, aos grandes amigos e fiéis companheiros que conquistei, Adauto (Nego), Augusto (Cara Veia), Luan, Samara, Mirelly, Geovana e Haron (O Otário).

Agradeço de coração a todos!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS .....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT .....	iv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 A Cultura do milho .....	2
2.2 Milho Híbrido AG 1051.....	2
2.3 Controle químico de ervas daninhas .....	2
2.3.1 Uso do herbicida 2,4-D no controle de plantas daninhas .....	3
2.3.2 Uso do herbicida Pendimetalina no controle de plantas daninhas .....	4
2.4 Fitotoxicidade .....	5
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
3.1 Caracterização da área experimental .....	6
3.2. Descrição dos tratamentos .....	7
3.3. Instalação e condução do experimento .....	8
3.4. Variáveis analisadas .....	8
3.4.1 Altura de planta .....	8
3.4.2 Diâmetro do colmo.....	8
3.4.3 Número de folhas .....	8
3.4.4 Controle das plantas daninhas .....	9
3.4.5 Fitotoxicidade na cultura.....	9
3.4.6 Produtividade dos grãos .....	10
3.4.7 Massa de 100 grãos .....	10
3.5 Delineamento experimental .....	10
3.6 Análise estatística.....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
4.1 Altura, diâmetro e número de folhas.....	11
4.2 Controle de plantas daninhas e fitoxidade a cultura .....	15
4.3 Produtividade dos grãos .....	15
4.4 Massa de 100 grãos .....	16

4.5 Correlação de Pearson.....	17
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>19</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>

## LISTAS DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Dosagens dos herbicidas descritas por tratamento.....	07
<b>Tabela 2.</b> Método de avaliação de controle de plantas infestantes segundo a escala de avaliação de EWRC (European Weed Research Council) adaptada (ROLIM, 1989) .....	09
<b>Tabela 3.</b> Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação (EWRC, 1964) .....	10
<b>Tabela 4.</b> Controle de plantas daninhas e índice de avaliação de fitotoxidade .....	15
<b>Tabela 5.</b> Peso médio por parcela (kg/parcela) e massa de 100 grãos (g) .....	17
<b>Tabela 6.</b> Correlação de Pearson entre as variáveis de desenvolvimento e produtividade de plantas de milho (AG 1051) e dos níveis de controle de plantas daninhas, Areia, PB.....	18



## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dados meteorológicos obtidos ao longo do ciclo da cultura na estação meteorológica de Areia - Paraíba, INMET 82696 3° disme, 2015.....	06
<b>Figura 2.</b> Parcela experimental em campo. (Duarte, 2014).....	07
<b>Figura 3.</b> Croqui da área experimental.....	11
<b>Figura 4.</b> Altura de plantas de milho (AG 1051) em função de diferentes doses de herbicidas para controle de ervas daninhas até os 70 dias após a semeadura, Areia, PB...12	
<b>Figura 5.</b> Diâmetro do caule de plantas de milho (AG 1051) em função de diferentes métodos de controle de plantas daninhas até os 70 dias após a semeadura, Areia, PB....13	
<b>Figura 6.</b> Número de folhas por plantas de milho (AG 1051) em função de diferentes métodos de controle de plantas daninhas até os 70 dias após a semeadura, Areia, PB.....14	

DUARTE, E. C. C. **Manejo de herbicidas no controle de plantas daninhas e sua influência no crescimento e produção do Milho Híbrido AG 1051.** Areia, PB, 2015. 34p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia).

**RESUMO** – O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pode ser cultivada em várias regiões do planeta, devido a diversidade de genótipos. Essa planta possui características nutricionais elevadas, podendo fazer parte tanto da alimentação humana, quanto animal. É necessário a implantação de novas tecnologias e manejo adequado para obter produções cada vez mais elevadas. Um dos fatores que influenciam na produtividade é a competição de plantas daninhas por água, luz e nutrientes com a cultura principal. O principal método de controle dessas plantas é através do controle químico, pois possuem rápida ação e apresentam melhor custo benefício. O presente trabalho objetivou avaliar a influência do uso de diferentes doses e misturas de herbicidas no controle de plantas daninhas e nas características de crescimento e produção da cultura do milho híbrido AG 1051. Foram utilizados dois herbicidas, DMA 806 BR e Herbadox 400 EC, com os respectivos ingredientes ativos: ácido 2,4-D e pendimetalina. O experimento foi dividido em 4 blocos, cada bloco com 8 parcelas de 2m<sup>2</sup>, e 8 tratamentos. Foram semeadas 3 sementes por cova, numa profundidade de 3 cm. Os tratamentos foram dispostos em aplicações isoladas e consorciadas de herbicidas, além de 2 testemunhas: capinada e sem capina. Foram avaliados a eficiência do herbicida no controle de plantas daninhas, fitotoxidade, crescimento e produtividade. Os resultados referentes ao crescimento foram submetidos a análise de variância e foram testados a análise de regressão até o 2º grau e os resultados dos tratamentos foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que para o controle de plantas daninhas é recomendável aplicar o DMA 806 BR tanto na forma isolada quanto consorciada. O melhor crescimento foi observado ao aplicar o DMA 806 BR de forma isolada. O Herbadox 400 EC não é recomendado para aplicação em pós emergência. A fitotoxidade e a produtividade não foram influenciadas pelas doses dos herbicidas nem pela testemunha.

**Palavras chave:** 2,4 D, controle químico, *Zea mays* L

DUARTE, E. C. C. **Herbicides management in weed control and its influence on growth and production hybrid corn AG 1051**. Areia, PB, 2015. 34p. Term Report of the Degree in Agronomy.

**ABSTRACT** – Corn (*Zea mays* L) is a species that can be cultivated in many parts of the planet as it is diverse in its genotypes. This plant has high nutritional value, being able to feed humans and animals. To obtain higher production, it is necessary to implement new technologies and suitable handling. The competition between corn and weed for water, light and nutrients is what influences the productivity the most. Although, the main control method against weed is chemical control, as it acts fast and is cheap. This research aims to evaluate the influence of using different doses and herbicide mixtures in weed control and growth characteristics and production of hybrid corn AG 1051. Two herbicides were used, DMA 806 BR and Herbadox 400 EC, with the following active ingredients: acid 2,4 D and pendimethalin. The experiment was divided in four blocks, each with 8 parcels of 2m<sup>2</sup> and 8 treatments. Three seeds were sown by pit, with 3 cm deep. The treatments were put in isolated applications and consortium from herbicides, aside from two checks: weeded and non-weeded. The evaluated items were accuracy of the herbicide, toxicity, growth and production. The results regarding growth were subjected to variance analysis and were tested to regression analysis until second degree. The treatment results were subjected to Tukey test with probability of 5%. The conclusion was that to control weed, it is advisable to use DMA 806 BR in isolated and consortium. The best growth was observed when applying DMA 806 BR isolated. The Herbadox 400 EC is not recommendable to apply after an emergency. Fitotoxicity and productivity were not influenced by the herbicides doses and not for the checks.

**Key-words:** 2,4 D, chemical control, *Zea mays* L

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma espécie pertencente à família Poaceae (Gramineae). É uma espécie que possui grande adaptabilidade devido a diversidade de genótipos, podendo ser cultivada em diferentes regiões do planeta que apresentam climas tropicais, sub tropicais e temperados. Esta planta apresenta características nutricionais elevadas, contendo a maioria dos aminoácidos conhecidos e tem como principal finalidade a utilização na alimentação humana e animal (BARROS; CALADO, 2005).

Segundo o IBGE (2015), da safra 2014/2015 mostra a região Nordeste do Brasil como uns dos grandes produtores nacionais do grão, apresentando uma área plantada de 2.849.415 hectares, com produtividade média de 2.754 kg ha<sup>-1</sup>. O estado da Paraíba apresenta baixa contribuição no ranking dos maiores produtores, devido a sua área plantada de aproximadamente 118.805 hectares e tendo produção média de 1.151 kg ha<sup>-1</sup>, bastante inferior à média nacional de 5.003 kg ha<sup>-1</sup>.

Para que a produção seja cada vez superior é necessário a introdução de novas variedades adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, seguida de boas práticas culturais como adubação, controle de pragas, doenças, ervas daninhas visto que o cuidado com as lavouras tem favorecido um aumento significativo de produtividade e qualidade de grãos em nosso país.

As plantas daninhas influenciam negativamente na produtividade da cultura, pois interferem nos tratos culturais, competem por água, luz, nutriente e espaço, servem de fonte de inoculo, além da alelopatia. O controle químico de plantas daninhas na cultura do milho vem sendo bastante utilizado em grandes áreas, principalmente pela rápida ação de controle, eficácia, e relação custo benefício (KARAM; MELHORANÇA, 2010).

A eficiência de controle é variável, visto que, depende das características físico-químicas do solo, métodos e equipamentos de aplicação, condições edafoclimáticas e espécies de plantas daninhas a serem controladas (MEROTTO JR. *et al.* 1997).

Pelo exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do uso de diferentes doses e misturas de herbicidas no controle de plantas daninhas e nas características de crescimento e produção da cultura do milho híbrido AG 1051.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do Milho

O milho é um cereal cultivado em todas as partes do mundo, representando aproximadamente uma produção de 960 milhões de toneladas. O Brasil produziu na safra de 2012/2013 aproximadamente 82 milhões de toneladas (CONAB, 2014), ocupando terceiro lugar no ranking dos maiores produtores mundiais, ficando atrás de Estados Unidos e China, que juntamente com o Brasil são responsáveis por 70% da produção mundial. O cereal pode ser utilizado tanto na alimentação animal através da ensilagem ou na produção de ração, quanto na alimentação humana através da transformação do grão em óleo, farinha e flocos, devido suas características nutricionais e baixo custo de produção comparado a outros grãos (TAKIETI, 2013).

### 2.2 Milho Híbrido AG 1051

O milho híbrido AG 1051 é caracterizado pela arquitetura foliar aberta, grande quantidade de massa verde, possui ciclo semi precoce, grãos dentados amarelos, altura de planta de 2,20 m, altura da inserção da espiga 1,12 m, e é recomendado para produção de grãos, milho verde e silagem e pode ser plantado em época de verão ou safrinha (PALHARES, 2003). A produtividade média desse híbrido é de 9.000 kg ha<sup>-1</sup>, um experimento realizado no sertão Paraibano, submetido a diferentes doses de nitrogênio, obteve uma produtividade média de 7.320 kg ha<sup>-1</sup>, bem acima da média nacional, mostrando a grande capacidade produtiva do híbrido (FERREIRA *et al.*, 2010).

### 2.3 Controle químico de plantas daninhas

As ervas daninhas competem por água, luz e nutrientes com a cultura, reduzindo o desenvolvimento de plantas, produtividade além de servir de porta de entrada para pragas e doenças, dificultando a implantação e manejo da cultura (VOLPE *et al.*, 2011). É recomendado o uso de produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura para o controle dessas ervas, além de serem eficientes, possuem rápida ação e é considerado o método mais viável de controle comparado a capina manual.

Os herbicidas podem ser classificados quanto a época de aplicação; pré-plantio incorporado, aplicados antes da semeadura da planta cultivada e incorporado através de implementos; pré-emergência, aplicados após semeadura e antes da emergência da planta invasora e pós-emergência, aplicados após a emergência da planta cultivada e da planta invasora (ZAMBOLIM *et al.*, 2003). Também podem ser diferenciados pela atividade na planta, ou seja, herbicidas que atuam apenas em contato com a planta e os que necessitam ser absorvidos e translocados para que o produto torne-se eficiente. Outro fator de extrema importância no controle, refere-se a seletividade, recomenda-se a utilização de herbicidas seletivos para a cultura, evitando injúrias na parte aérea, redução de produtividade ou até mesmo morte da planta cultivada. No Brasil ocorrem perdas significativas na produtividade devido a interferência das plantas daninhas no desenvolvimento da cultura, segundo Bianchi (1998), ocorre perdas entre 20 e 30%.

Segundo Pitelli (1985) na cultura do milho o período crítico de competição entre a planta daninha e a cultura começa a partir do estágio V3 até o V12, não havendo o controle nesse período ocorre uma redução no potencial de grãos da lavoura. O controle químico também beneficia a colheita, através da eliminação de plantas daninhas tardias, a exemplo da corda de viola (*Ipomoea grandifolia*), que pode causar problemas de embuchamento na colheitadeira, aumentando os riscos e diminuindo a eficiência da colheita.

### 2.3.1 Uso de herbicida 2,4 D no controle de plantas daninhas

O ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4 D), apresenta longo tempo de atividade em solos e água, devido à baixa degradação microbiológica (SANTOS *et al.*, 2000, p.3-4). Normalmente formulações a base de amina e éster são mais usadas no controle de plantas dicotiledôneas (folhas largas), principalmente em culturas de cereais e grama (RODRIGUES e SERRA, 1996). É um dos herbicidas seletivos mais usados no mundo, devido a ótima eficiência no controle de plantas daninhas.

Além do uso no combate a plantas dicotiledôneas, pode ser usado no controle de ervas em acostamentos e ferrovias, e também em combinação com outros herbicidas, visando o controle de ervas em silvicultura, pomares, jardinagem, além de plantas aquáticas (2,4-D: FACT SHEET, 2000).

O 2,4 D é bastante utilizado por suas características de seletividade, atuação sistêmica e uso em pós emergência. Ao entrar em contato com o tecido vegetal, é

absorvido e translocado dentro da planta, impedindo o transporte de água e nutrientes, causando a morte da planta (2,4-D: FACT SHEET, 2000).

É um herbicida perigoso ao meio ambiente, pois apresenta baixa adsorção ao solo e alta tendência de lixiviação (BRITO *et al.*, 2001), e ao ser humano, pode ser absorvido por diferentes vias; oral, dérmica e respiratória, causando danos ao fígado, coração e sistema nervoso central (VIEIRA e PRADO, 1999).

### 2.3.2 Uso de herbicida Pendimetalina no controle de plantas daninhas

A pendimetalina [N-1-(etil-propil)-2,6-dinitro-3,4-metil-toluidina], é um herbicida do grupo químico das dinitroanilinas, atua como inibidor da divisão celular resultando na formação de células com números anormais de cromossomos (RIZZARDI *et al.*, 2004). É um herbicida seletivo, pouco volátil, podendo ser aplicado em pré-emergência, geralmente proporciona melhor controle quando aplicado em pré plantio incorporado (PETERSON *et al.*, 2001). A seletividade do produto está relacionado com a profundidade da semente, pois a sua absorção se dá através das raízes, ocorre absorção pelas folhas, além da absorção ser pouca não ocorre translocação para outras partes. As plantas que conseguem emergir sob o efeito do herbicida apresentam sintomas característicos como; raízes atrofiadas, sem elongação e em forma de toco (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

É um herbicida fortemente adsorvido pelos colóides do solo, por esta razão, sua lixiviação é quase nula. As recomendações de dosagens dependem das características físico-químicas dos solos, além disso é um herbicida que persiste por cerca de 3 a 6 meses no solo, tendo sua degradação acelerada em condições anaeróbicas (COUTINHO *et al.*, 2015).

Sua intoxicação se dá através de diferentes vias; oral, dérmica e respiratória, causando irritações nas mucosas da boca, nariz, garganta e pulmões (ETN, 2003). Quando a molécula de pendimetalina é absorvida pelo organismo, é metabolizada pelo fígado e rins, sendo eliminadas pela urina e pelas fezes (ZULALIAN, 1990).

## 2.4 Fitotoxidade

É desejável para o controle de plantas daninhas o uso de produtos químicos seletivos à cultura. A utilização desses herbicidas deve ser avaliada, pois nem sempre sua seletividade perante a cultura é observada, deste modo, apresentam toxidade a cultura, o que não é desejável. Esta toxidade pode ser influenciada pelas condições climáticas, tipos de produtos, modo de aplicação e reações dos genótipos utilizados (RAMOS, 2001).

A fitotoxidade causa vários danos à cultura, por exemplo, redução na população de plantas, plântulas mal formadas ou mortas, sementes que não germinam, e plantas debilitadas, prejudicando o seu desenvolvimento (RAMOS, 2001).

Além da seletividade, é recomendável observar se o herbicida possui ação rápida no controle, reduzindo assim o processo de competição.

O 2,4 D aplicado em pós emergência é bastante difundido, além do baixo custo, apresenta ação rápida e ótimo controle de plantas daninhas, no entanto pode apresentar fitotoxidade elevada (AGRIGROWTH, 1996).

Desta forma, trabalhos que demonstrem a viabilidade do controle de plantas daninhas na cultura do milho, a partir de herbicidas que não ofereçam riscos ao desempenho da cultura, são de suma importância na perspectiva para o aumento da produtividade do milho no Estado da Paraíba.

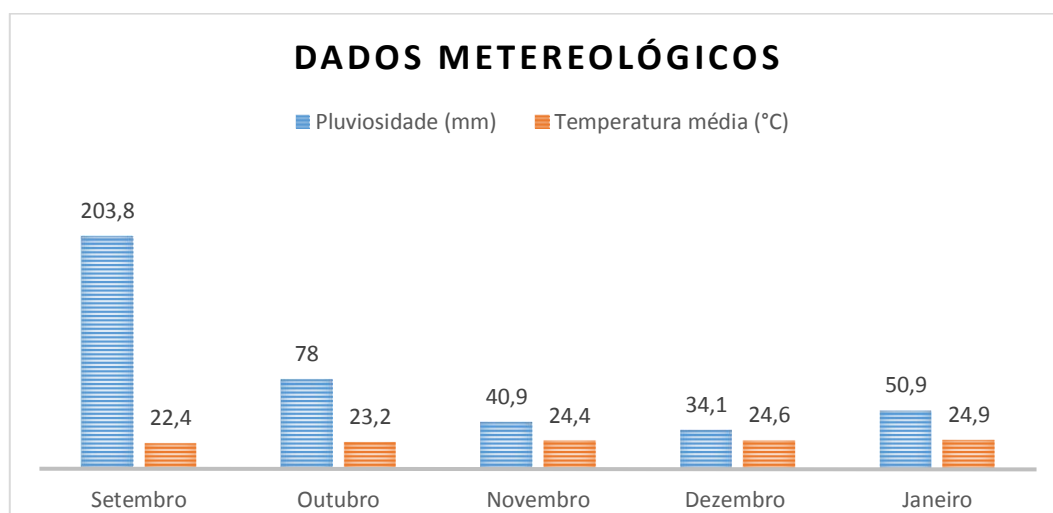


### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias – CCA, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, localizado no município de Areia – PB. Pela classificação de Kopper, o clima é o tipo As', o qual se caracteriza como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. A temperatura média oscila entre 21 e 26°C, com variações mensais mínimas, e apresenta precipitação média anual de 1.400 mm.

O experimento foi realizado entre os meses de Setembro de 2014 a Janeiro de 2015, neste período a região apresentou as seguintes médias de temperatura e índice pluviométrico (Figura 1).



**Figura 1.** Dados meteorológicos obtidos na estação meteorológica de Areia - Paraíba, INMET 82696 3º disme, 2015.

A área experimental foi composta de 4 blocos com 24 leirões. Cada parcela foi formada por 3 leirões, medindo 2m<sup>2</sup> e possuíam 9 plantas espaçadas 20 cm entre plantas com 70 cm entre leirões (Figura 2). Foram escolhidas 03 plantas de forma aleatória para serem analisadas.



**Figura 2.** Parcela experimental em campo. (DUARTE, 2014).

### 3.2 Descrição dos tratamentos

O experimento foi composto por 8 tratamentos, 6 deles com diferentes doses e associação de dois herbicidas (T3 ao T8), 1 capinada (T2) e 1 sem capina (T1). Os tratamentos foram constituídos de aplicações de herbicidas em pós emergência, capina manual e testemunha sem capina. A Tabela 1 descreve os tratamentos e suas respectivas doses dos herbicidas utilizados. Foram utilizados os herbicidas DMA 806 BR, cuja dose recomendada é de 1,5 L/ha, ele é um herbicida de ação sistêmica do grupo do Ácido ariloxialcanóico e o Herbadox 400 EC, cuja dose recomendada é de 3,0 L/ha, é um herbicida seletivo, de ação não sistêmica, do grupo químico das Dinitro anilinase.

**Tabela 1.** Dosagens dos herbicidas descritas por tratamento.

Tratamentos	Descrição	Doses (L/ha)
T1	SEM CONTROLE	0
T2	CAPINADO	0
T3	100% DMA	1,5
T4	50% DMA	0,75
T5	100% HERBADOX	3,0
T6	50% HERBADOX	1,5
T7	50% DMA + 100% HERBADOX	0,75 + 3,0
T8	100% DMA + 50% HERBADOX	1,5 + 1,5

### 3.3 Instalação e condução do experimento

Utilizou-se sementes de boa qualidade do milho híbrido AG 1051, com uniformidade nas suas características fenotípicas, oriunda do comércio da cidade de Areia - PB, possui ciclo aproximando entre 90 – 120 dias, e foi semeada entre linhas espaçadas de 70 cm aproximadamente com cerca de 03 sementes por metro linear.

A semeadura foi realizada manualmente. Foram colocadas 3 sementes por cova a uma profundidade de 3 cm. A aplicação dos herbicidas foi realizada 15 dias após o plantio, em dias de clima favorável, sem registro de chuvas, para não comprometer a ação do mesmo. Os tratamentos foram aplicados utilizando um pulverizador manual de pressão acumulada para garrafa Pet – Turbo II, com bico duplo e regulagem para jato direto e spray de forma manual, aplicando em toda a parcela e tendo cuidado para não ocorrer deriva. 15 dias após a aplicação do herbicida foi realizada a análise de fitotoxicidade do herbicida a cultura e eficiência do herbicida no controle de plantas daninhas. 30 dias após a semeadura foi realizada a primeira avaliação de crescimento da cultura, sucessivamente foram realizadas 4 avaliações, aos 40, 50, 60 e 70 dias após semeadura. Para as análises foram escolhidas 03 plantas de forma aleatória.

### 3.4 Variáveis analisadas

#### 3.4.1 Altura da planta

Realizada com o auxílio de uma trena, partindo do colo da planta até a última folha totalmente aberta. Realizada no período entre os 30 dias após emergência até os 70 dias de crescimento. Valores expressos em metros (m).

#### 3.4.2 Diâmetro do colmo

Realizada com o auxílio de um paquímetro. Mediu-se o colmo a 1 cm do colo da planta. Realizada no período entre os 30 dias após emergência até os 70 dias de crescimento. Valores expressos em centímetros (cm).

#### 3.4.3 Número de folhas

Realizada contando o número de folhas fisiologicamente ativas na planta. A contagem foi realizada manualmente.

#### 3.4.4 Controle de plantas daninhas

Realizado através da metodologia adaptada por ROLIM (1989). Foi realizada uma análise visual das plantas daninhas antes e depois da aplicação dos tratamentos, onde foram atribuídos percentuais de controle entre 1 a 9 conforme a (Tabela 2).

**Tabela 2.** Método de avaliação de controle de plantas infestantes segundo a escala de avaliação de EWRC (European Weed Research Council) adaptada (ROLIM, 1989).

<b>Efeito herbicida sobre as plantas infestantes</b>	
<b>(%) de controle</b>	<b>Avaliação</b>
9 - (99,1 – 100 %)	Excelente
8 - (96,6 – 99,0%)	Muito bom
7 - (92,6 – 96,5 %)	Bom
6 - (85,1 – 92,5 %)	Suficiente
5 - (75,1 – 85,0 %)	Duvidoso
4 - (60,1 – 75,0 %)	Insuficiente
3 - (40,1 – 60,0 %)	Mau
2 - (15,1 – 40,0 %)	Péssimo
1 - (00,0 – 15,0 %)	Sem efeito

#### 3.4.5 Fitotoxidade na cultura

Realizada através da escala EWRC (EWRC, 1964), foi realizada uma análise visual das plantas de milho antes e depois da aplicação dos tratamentos, onde foram atribuídas notas de fitotoxidade entre 1 a 9, em que 1 significa sem danos e 9 a morte da planta, conforme a (Tabela 3).

**Tabela 3.** Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação (EWRC, 1964).

Índice de avaliação	Descrição da fitointoxicação
1	Sem dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte das plantas, encarquilhamento e necrose das folhas
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Morte da planta

#### 3.4.6 Produtividade de grãos

Realizada pesando-se os grãos de cada tratamento com o auxílio de uma balança de precisão.

#### 3.4.7 Massa de 100 grãos

Realizada selecionando 100 grãos ao acaso de cada tratamento e pesando com o auxílio de uma balança de precisão.

### 3.5 Delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 8 tratamentos, onde foram aplicados dois herbicidas (DMA 806 BR e Herbadox 400 EC), e 4 doses (50, 100, 50+100 e 100+50%) com quatro repetições por tratamento (Figura 3). Para as análises biométricas (altura de planta, diâmetro e número de folhas) foi um fatorial 8 x 5.

### 3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e com base na significância do teste F foram testados análise de regressão até 2º grau admitindo-se  $R^2 \geq 70\%$ , para os dias de avaliação, e teste de Tukey até 5% de probabilidade para os tratamentos. As variáveis dependentes foram, ainda, analisadas através de correlação de Pearson utilizando-se o JMP® 10.0.0 (2012). A correlação analisou o grau de correlação (positiva ou negativa) existente entre as variáveis de desenvolvimento e produtividade e dos níveis de controle de plantas daninhas.

		BLOCOS			
		I	II	III	IV
PARCELAS	1	T3	T6	T4	T1
	2	T1	T7	T8	T7
	3	T8	T2	T5	T4
	4	T5	T4	T3	T6
	5	T6	T1	T7	T2
	6	T7	T3	T2	T5
	7	T2	T8	T6	T3
	8	T4	T5	T1	T8

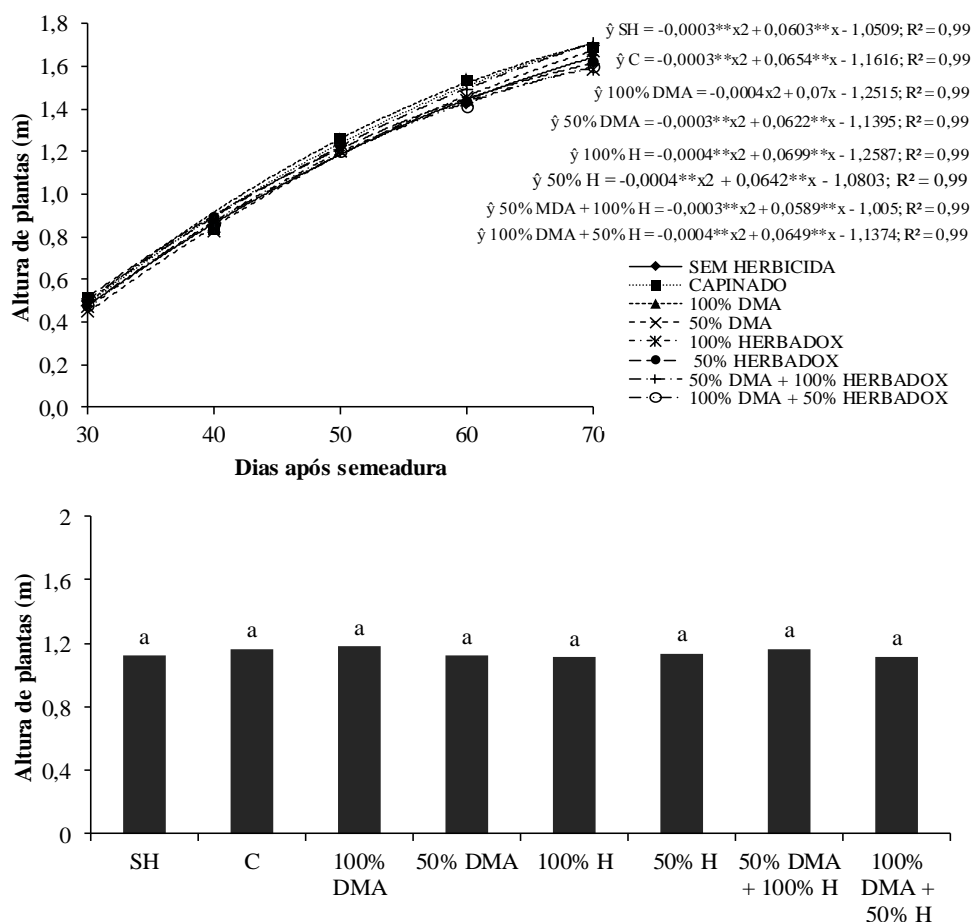
**Figura 3.** Croqui da área experimental

Cada bloco continha 8 parcelas, 6 delas com aplicações dos tratamentos com herbicida, 1 com a capina manual e 1 sem aplicação de manejo de controle de plantas daninhas. Em cada parcela eram avaliadas três plantas, totalizando 24 plantas por bloco.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Altura, diâmetro e número de folhas

Nas condições em que o experimento foi conduzido as plantas de milho (AG 1051) cresceram continuamente com os dias após emergência (DAE), tendendo a estabilizar ao final dos 70 dias. Os diferentes tratamentos, doses e misturas de herbicidas não influenciaram na altura das plantas de milho, mesmo quando comparado as testemunhas (sem herbicida e capinada), como mostra a figura 4. Entretanto, autores como Farinelli *et. al.* (2005), observaram maiores alturas de plantas de milheto com o aumento das doses de 2,4 D. Já o trabalho de Pacheco *et. al.* (2007), observou que as plantas de milheto possuíam porte inferior (entre 7% e 27%), quando utilizou-se doses crescentes de 2,4 D, comparadas a testemunha.



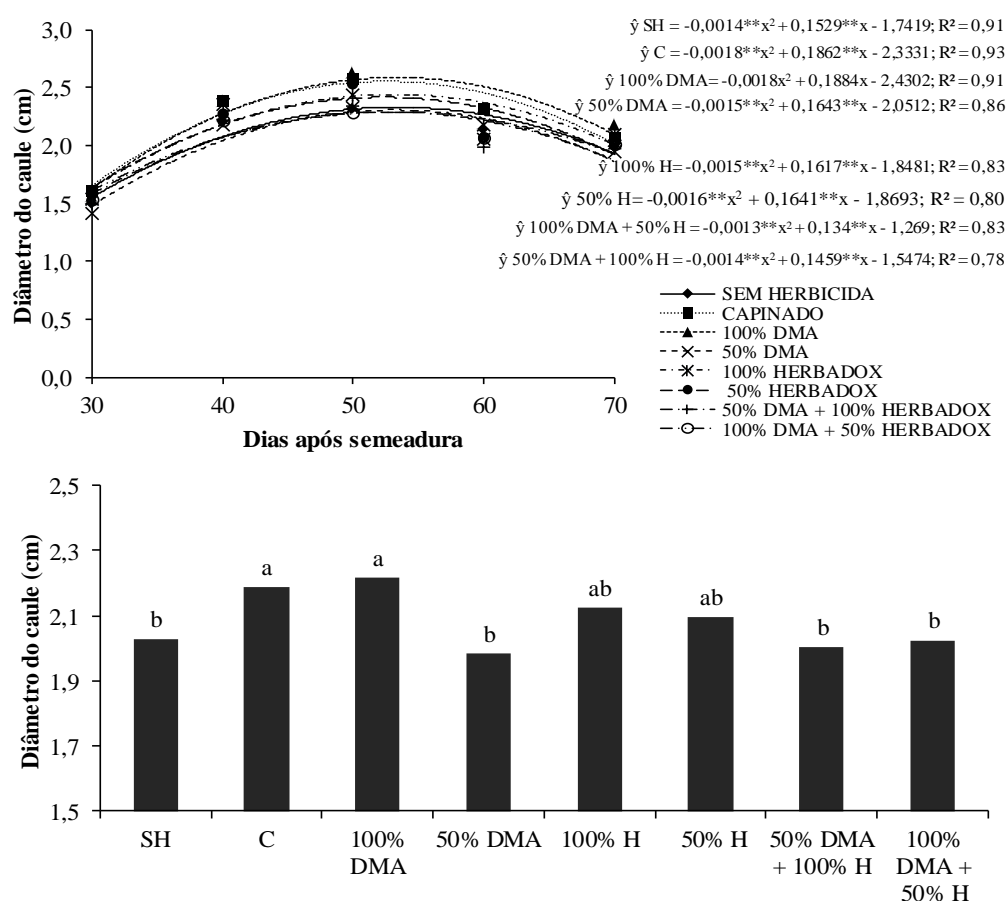
**Figura 4.** Altura de plantas de milho (AG 1051) em função de diferentes doses de herbicidas para controle de ervas daninhas até os 70 dias após a semeadura, Areia, PB.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade.

A aplicação de 100% de DMA, isoladamente, promoveu o melhor crescimento em diâmetro das plantas, isso ocorreu possivelmente ao bom controle das plantas daninhas e a não interferência destas, pois poderiam competir por água, nutrientes, espaço e luz solar com a cultura (Figura 5). Semelhante ao 100% DMA, o tratamento capinado apresentou um bom crescimento do caule. Resultados semelhantes foram obtidos por Albuquerque (2014), onde o tratamento 100% DMA proporcionou maior crescimento em diâmetro do caule de plantas de milho.

Por outro lado, na dose 50% de DMA, bem quando associado ao Herbadox, e o tratamento testemunha foi observado os menores valores de diâmetro do caule.

O diâmetro máximo para o caule foi observado entre os 50 e 60 dias após a semeadura. A partir desse ponto houve redução do diâmetro até os 70 dias, devido a desidratação decorrente dos processos de senescência e perda de folhas da parte inferior da planta.



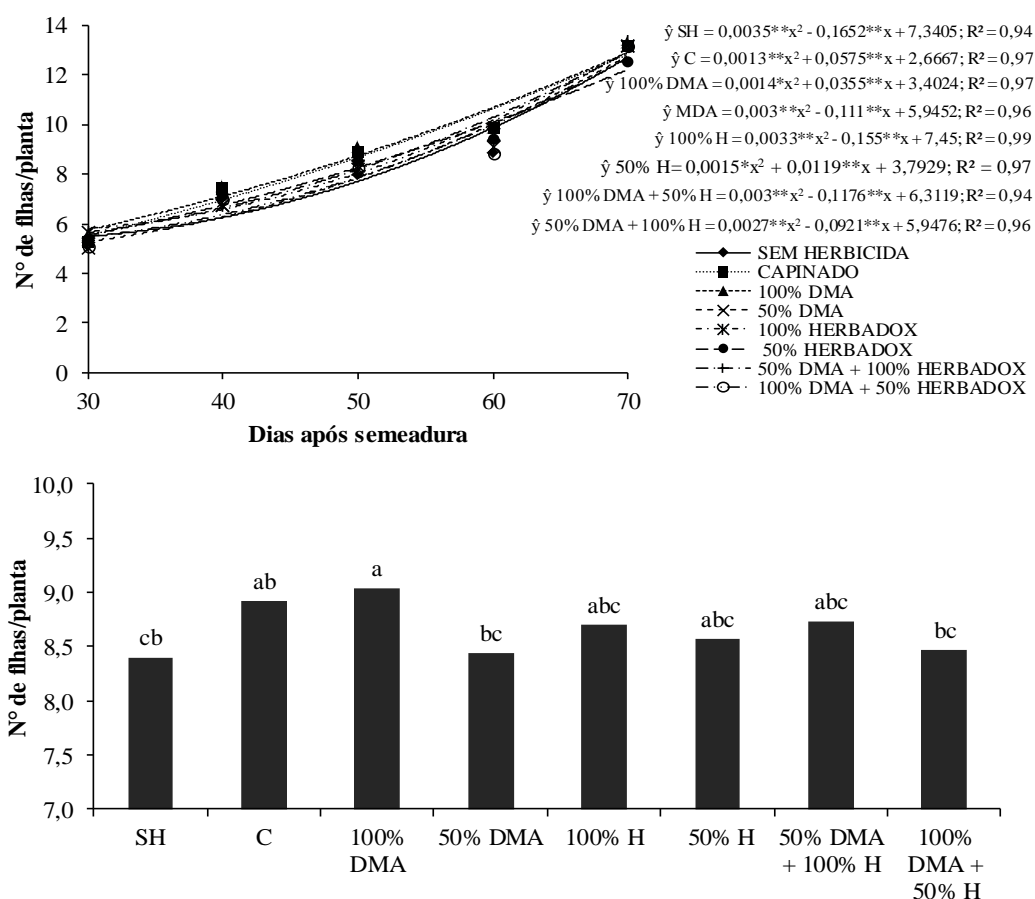
**Figura 5.** Diâmetro do caule de plantas de milho (AG 1051) em função de diferentes métodos de controle de plantas daninhas até os 70 dias após a semeadura, Areia, PB.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade.



O crescimento em número de folhas foi afetado de forma significativa pelos tratamentos. As parcelas que foram tratadas com 100% DMA apresentaram no geral um maior número de folhas nas plantas de milho, em relação a dose de 50%, quando associado com Herbadox (100% DMA+ 50% Herbadox) e sem herbicida (Figura 6). Resultados obtidos por Albuquerque (2014) mostram que ocorreu maior números de folhas quando aplicou-se os herbicidas DMA e HERBADOX de forma associada e isolada, com as seguintes doses (50% DMA + 100% HERBADOX), mas não diferindo estatisticamente do tratamento 100% DMA.

No geral, referente ao crescimento das plantas de milho, observou-se que os tratamentos aplicados de forma isolada, principalmente o (100% DMA), foi o que mais contribuiu, seguido da testemunha capinada.



**Figura 6.** Número de folhas por plantas de milho (AG 1051) em função de diferentes métodos de controle de plantas daninhas até os 70 dias após a semeadura, Areia, PB.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade.

#### 4.2 Controle de plantas daninhas e fitotoxicidade a cultura

O controle de plantas daninhas foi mais eficiente quando aplicados os tratamentos 50% DMA + 100% HERBADOX, 100% DMA + 50% HERBADOX e (100% DMA), onde não diferiram estatisticamente (Tabela 4). Trabalhos semelhantes como Albuquerque (2014), obtiveram resultados semelhantes no controle de ervas daninhas utilizando os mesmos herbicidas e dosagens semelhantes, 100% DMA + 100% HERBADOX e 100% DMA + 50 % HERBADOX, comprovando a eficiência da mistura desses herbicidas no controle de ervas daninhas.

Os tratamentos 100% HERBADOX e 50% HERBADOX, obtiveram níveis de controle abaixo dos 50%, isso ocorreu devido ao modo de ação do princípio ativo do herbicida, que ao entrar em contato com o tecido vegetal não se transloca para outras partes e pelo fato de ser um herbicida recomendado para aplicações em pré-emergência e pré plantio incorporado (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

O tratamento 50% DMA, também apresentou nível de controle inferior a 50%, apesar de ser indicado para aplicações em pós emergência não apresentou controle eficiente devido a dosagem insuficiente comparada à recomendada para a cultura.

Em relação a fitotoxicidade do herbicida à cultura, os tratamentos aplicados não causaram sintomas de injúria nas plantas de milho, mesmo nas maiores doses utilizadas, tanto na forma isolada, quanto na forma associada (Tabela 4). Segundo Carvalho et. al (2010) os tratamentos utilizados se mostraram totalmente seletivos a híbridos de milho estudados. Assim, as doses utilizadas no trabalho são consideradas como doses seletivas, apresentando-se como uma alternativa para o controle de plantas daninhas na cultura do milho híbrido AG 1051.

**Tabela 4.** Controle de plantas daninhas e índice de avaliação de fitotoxicidade (IA) do milho híbrido AG 1051 submetidos a diferentes tipos e doses de herbicidas para o controle de plantas daninhas, AREIA – PB, 2015.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>Controle</b>	<b>IA</b>
<b>Sem Herbicida</b>	1,00c	1,00a
<b>Capinado</b>	9,00a	1,00a
<b>100% DMA</b>	6,50ab	1,50 <sup>a</sup>
<b>50% DMA</b>	4,75b	1,25 <sup>a</sup>
<b>100% Herbadox</b>	4,25b	1,25 <sup>a</sup>
<b>50% Herbadox</b>	4,50b	1,00a
<b>50% DMA + 100% Herbadox</b>	6,75ab	1,25 <sup>a</sup>
<b>100% DMA + 50% Herbadox</b>	6,50ab	1,50 <sup>a</sup>
<b>Média</b>	5,41	1,22
<b>C.V.</b>	20,24	36,50

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

#### 4.3 Produtividade dos grãos de milho

As análises revelaram efeitos não significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para a produtividade dos grãos de milho apesar das diferentes doses de herbicidas aplicados de forma isoladas e associadas (Tabela 5). Resultados semelhantes encontrados por Ford e Pleasant (1994) e Silva et al. (2004), ao mostrarem que além da produtividade, ocorre interferência também nos componentes de rendimento da cultura, como o peso dos grãos.

Dados do IBGE (2015) referentes a safra de 2014/2015 afirmam que a Paraíba possui produtividade inferior à média nacional, com produtividade média de apenas 1.151 kg/ha<sup>-1</sup>, dados semelhantes aos encontrados neste trabalho, onde obteve-se uma produtividade média de 1.650 kg/ha<sup>-1</sup>.

Nos tratamentos 100% HERBADOX e 50 % HERBADOX, observou-se uma redução ainda maior de produtividade, isso pode ser explicado pela interferência das ervas daninhas, pois quando foram aplicados os tratamentos, os mesmos não se mostraram eficientes no controle.

#### 4.4 Massa de 100 grãos

Não houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade na massa dos 100 grãos de milho em decorrência da aplicação dos tratamentos. Houve apenas uma variação de cerca de 12%, não sendo uma diferença considerável (Tabela 5). Resultados semelhantes encontrados por Dan et. al. (2010), onde foram aplicados herbicidas pré emergentes e pós emergentes de forma isolada e consorciada, apresentando diferença não significativa entre os tratamentos, com intervalos de apenas 5%.

**Tabela 5.** Peso médio por parcela (kg/parcela) e massa de 100 grãos (g) do milho híbrido AG 1051 submetidos a diferentes tipos e doses de herbicidas para o controle de plantas daninhas, AREIA – PB, 2015.

TRATAMENTOS	Peso médio (kg/parcela)	Massa de 100 grãos (g)
<b>Sem Herbicida</b>	0,32a	24,61 <sup>a</sup>
<b>Capinado</b>	0,46a	23,81 <sup>a</sup>
<b>100% DMA</b>	0,33a	23,95 <sup>a</sup>
<b>50% DMA</b>	0,38a	24,49 <sup>a</sup>
<b>100% Herbadox</b>	0,27a	23,22 <sup>a</sup>
<b>50% Herbadox</b>	0,29a	23,12 <sup>a</sup>
<b>50% DMA + 100% Herbadox</b>	0,27a	25,46 <sup>a</sup>
<b>100% DMA + 50% Herbadox</b>	0,34a	26,14 <sup>a</sup>
<b>Média</b>	0,33	24,35
<b>C.V.</b>	57,47	10,37

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

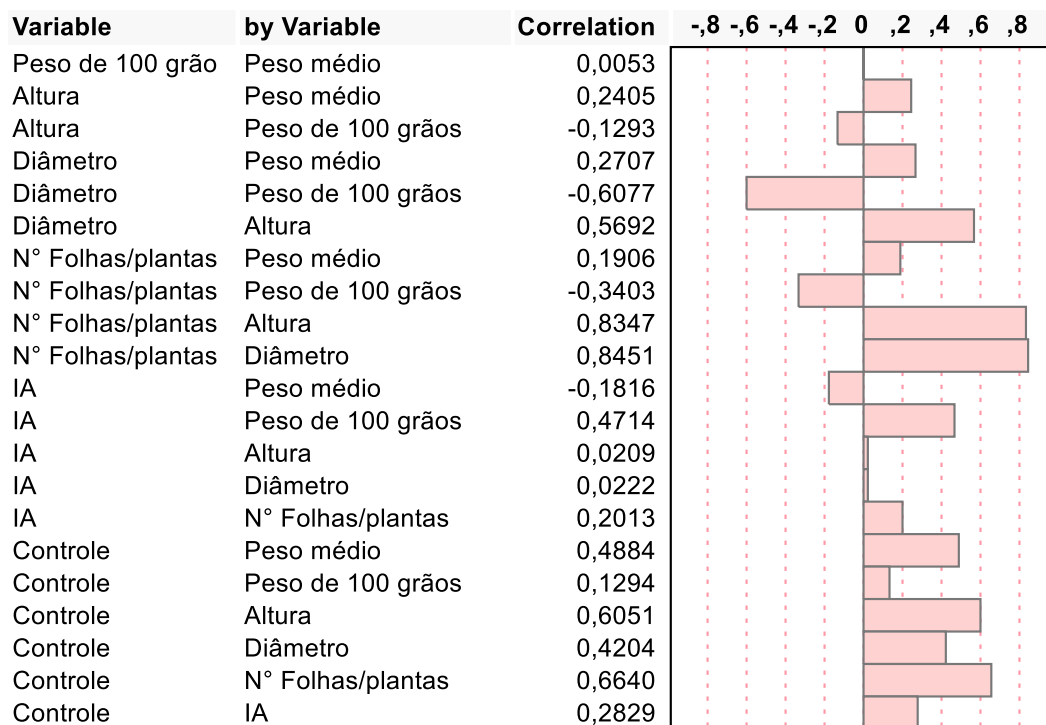
#### 4.5 Correlação de Pearson entre as variáveis analisadas

A correlação de Pearson mede o grau de relação entre duas variáveis de escala métrica, podendo ela ser, negativa ou positiva. A correlação varia de -1 (correlação negativa perfeita entre as variáveis), 1 (correlação perfeita positiva entre as variáveis) e 0 (as variáveis não dependem linearmente uma da outra). Quando o valor da correlação é acima de 0,70 ocorre forte correlação, de 0,30 a 0,70, moderada correlação e abaixo de 0,30 fraca correlação.

Partindo deste pré suposto, e analisando alguns dos dados obtidos, é possível destacar resultados importantes observados na correlação. Na variável número de folhas e altura de planta observou-se forte correlação positiva, ou seja, quanto mais o número de folhas, maior será a altura da planta. Em relação as variáveis controle e peso médio,

observou-se moderada correlação positiva, ou seja, quanto menos ervas daninhas, maior será o peso médio (produtividade) dos grãos de milho (Tabela 6).

**Tabela 6.** Correlação de Pearson entre as variáveis de crescimento e produtividade de plantas de milho (AG 1051) e dos níveis de controle de plantas daninhas, Areia, PB.



## 5. CONCLUSÃO

1. O milho AG 1051 apresentou melhor desempenho quando tratado com DMA 806 BR de forma isolada na dose de  $1,5 \text{ L/ha}^{-1}$ .
2. O melhor controle de plantas daninhas na cultura do milho AG 1051 pode ser obtido com a aplicação do herbicida DMA 806 BR tanto na forma isolada, quanto na forma associada, sendo as doses de  $1,5 \text{ L/ha}^{-1}$  de DMA;  $1,5 \text{ L/ha}^{-1}$  de DMA +  $1,5 \text{ L/ha}^{-1}$  de HERBADOX e  $0,75 \text{ L/ha}^{-1}$  de DMA +  $3,0 \text{ L/ha}^{-1}$  de HERBADOX, mais eficientes.
3. O HERBADOX 400 EC aplicado de forma isolada e em pós emergência não é eficiente no controle de plantas daninhas.
4. As doses dos herbicidas bem como as diferentes associações destes, não promoveram fitotoxicidade à cultura e não influenciaram na produtividade nem na massa dos grãos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2,4-D: Fact sheet. Disponível em: <<http://www.gn.apc.org/pesticidestrustlaifacts/24d.htm>>. Acesso em: 19 março. 2015.

ALBUQUERQUE, R. R. S. **Influência do uso de herbicidas sob as características de crescimento do milho**. Areia, PB, 2014. 19 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia).

AGRI-GROWTH. **Guide to herbicide injury symptoms in Corn**. Hollandale, MN, 1996.

BARROS, José F. C.; CALADO, José G.. **A Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora, 2005.

BIANCHI, M. Manejo integrado de plantas daninhas. In: AUTOR. **A cultura do milho no plantio direto**. Cruz Alta: Fundacep Fecotrigo, 1998. p. 128-143.

BRITO, N. M.; AMARANTE Jr., O. P. de; ABAKERLI, R.; SANTOS, T. C. R. dos; RIBEIRO, M. L. Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. Meio Ambiente**, Curitiba, v.II, jan./dez., p.93-104. 2001.

CARVALHO, F. T. *et al.* Eficácia e seletividade de associações de herbicidas utilizados em pós emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.2, p.35-41, mai./ago. 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: Grãos, sexto levantamento, março, 2014. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2014.

COUTINHO, C. *et al.* Mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Ecotoxicol e meio ambiente**, Sobre a técnica de SPME Conclui-se que a técnica de SPME: v.15, p.65-72, 2005.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO MILHO POR MEIO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA. **Pesq. Agropec. Trop.** Goiânia, p. 388-393. dez. 2010.

ETN. Extension Toxicology Network. **Pesticide Information Profiles**. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/pips/pendimet.htm>. Acesso: 05 Mar. 2003.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3th and 4th meetings of EWRC- Committee of methods in weed research. **Weed Res.**, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F.; LEMOS, L.B. Eficiência do herbicida 2,4-D no controle de *Raphanus raphanistrum* L., em pós-emergência na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.104-111, 2005.

FERREIRA, et. al. COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO MILHO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO NO SEMIÁRIDO PARAIBANO. **Revista Verde**, Mossoró - RN, v. 5, n. 4, p.90-96, out. 2010.

FORD, G. T.; PLEASANT, J. Competitive abilities of six corn (*Zea mays* L.) hybrids with four weed control practices. *Weed Technology*, Champaign, v. 8, n. 1, p. 124- 128, 1994.

JMP® 10.0.0, Copyright c 2012 SAS Institute Inc. All Rights Reserved

IBGE - **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - Fev. 2015; v.1, n.1 - Rio de Janeiro: IBGE. 2015.

KARAM, Décio; MELHORANÇA, André Luiz. **Cultivo do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

LADLIE, J. S. Guide to herbicide injury symptoms in soybean with “look-alike” symptoms. Hollamdale: **AgriGrowth Research**, p. 86, 1991.

MEROTTO JÚNIOR, A. *et al.* Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997.

PACHECO, L.P.; *et al.* Tolerância do milho (*Pennisetum americanum*) ao 2,4-D. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n.1, p. 173-179, 2007.



PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas..** 2003. Ano de Obtenção: 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.

PETERSON, D. E.; THOMPSON, C. R.; REGEHR, D. L.; AL-KHATIB, K. **Herbicide mode of action**. Topeka: Kansas State University, 2001. 24 p.

PITELLI, R.A. **Interferências de plantas daninhas em culturas agrícolas**. Informe Agropecuário, v.11, n.129, p.16-27, 1985.

PRADO, A. G. S. VIEIRA, E. M. Avaliação das quantidades crônicas do herbicida 2,4 D aplicados no solo baseada em estudos de adsorção/dessorção. **An. Assoc. Bras. Quím.**, São Paulo, v., 47, n. 3, p 239-246, 1998.

RAMOS, André Aguirre. **Campo Limpo**. Pelotas: Grupo Cultivar, 2001.

RIZZARDI, M. A.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S.; KISSMAN, K. Aspectos gerais do controle de plantas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 105-144.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de herbicidas. 5 ed. Londrina: autores, 2005. 591p.

RODRIGUES, M. V. N. SERRA, G. E. Determinação de resíduos de 2,4D em amostras vegetais. **Pesticidas R. Téc. Cient.**, Curitiba, V. 6, p.99-104, 1996.

ROLIM, J.C. **Proposta de utilização da escala EWRC modificada em ensaios de campo com herbicidas**. Araras: IAA/PLANALSUCAR. Coordenadoria Regional Sul, 1989. 3 p.

SANTOS, I.C. et al. Determination of rice herbicides, their transformation products and clofibric acid using on-line solid-phase extraction followed by liquid chromatography with diode array and ... **J. Chromatogr. A.**, [S.l.], V. 879, p.3- 12,2000.

SILVA, P. S. L. et al. Number and time of weeding effects on maize grain yield. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 3, n. 2, p. 204-213, 2004.

TAKEITI, C. Y. **Cereais e grãos**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT00fid57plx02wyiv80z4s47384pdxjo.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT00fid57plx02wyiv80z4s47384pdxjo.html)>. Acesso em: 08 out. 2015.

VOLPE, André Bosch; DONADON, Caio César; VERDE, Diogo de Almeida. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho (Zea mays L.)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2011.

ZAMBOLIM, L.; ZUPPI DA CONCEIÇÃO, M.; SANTIAGO, T.O. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: UFV. 2003, 376 p.

ZULALIAN, J. Study of the absorption, excretion, metabolism, and residues in tissues in rats treated with carbon-14-labeled pendimethalin, prowl herbicide **J. Agric. Food Chem.**, v.38, n.8, p. 1743-1754, 1990.